

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)4月19日

F 16 N 7/32

8207-3 J

審査請求 未請求 請求項の数 25 (全7頁)

⑮ 発明の名称 軸受用圧電式潤滑装置

⑯ 特 願 平1-177862

⑰ 出 願 平1(1989)7月10日

優先権主張 ⑱ 1988年7月11日 ⑲ 西ドイツ(DE) ⑳ P 3823497.1

㉑ 発 明 者 ヨハネス、デーゲス ドイツ連邦共和国リヒテンフェルス、クロイツビュールシ  
ユトラーセ5㉒ 出 願 人 シーメンス、アクチエ ドイツ連邦共和国ベルリン及ミュヘン(番地なし)  
ンゲゼルシャフト

㉓ 代 理 人 弁理士 富 村 深

## 明 細 書

1. 発明の名称 軸受用圧電式潤滑装置

2. 特許請求の範囲

1) 気体の圧力勾配中に置かれた軸受のための潤滑装置において、ポンプとして作動可能な圧電管(1)を備え、この圧電管に潤滑剤(4)が供給され、この圧電管により潤滑剤(4)が流入搬送ガス(8)の中に噴射され、その搬送ガス(8)が圧力勾配に基づき軸受(34)を貫流して導かれ、また軸受(34)の作動状態に対する少なくとも一つのセンサ(54)と、このセンサに接続された圧電管用給電装置(50、52)とを備えることを特徴とする軸受用圧電式潤滑装置。

2) ポンプとして作動可能な圧電管(1)が潤滑剤滴を同一方向にそばを流れる搬送ガス流(8)の中へ噴射することを特徴とする請求項1記載の装置。

3) 潤滑剤滴の大きさ又は単位時間当たりの潤

滑剤滴の数が、単位時間当たりの電圧パルス数及びパルス振幅により制御されることを特徴とする請求項1又は2記載の装置。

4) 圧電管(1)が高周波パルスを供給されることを特徴とする請求項1ないし3の一つに記載の装置。

5) 搬送媒体の乱流が最小限に抑えられ、噴出される小滴が先立って壁に接触することなく直接軸受の中へ導かれるように、圧電管(1)の形状と圧電管の案内管(14)の中への組み込み方法とが構成されていることを特徴とする請求項1ないし4の一つに記載の装置。

6) 圧電管(1)が搬送ガス(8)のための案内管(14)の中に収容され、その際案内管(14)が望ましくは全周から成ることを特徴とする請求項1ないし5の一つに記載の装置。

7) 圧電管(1)が軸方向に案内管(14)の中に位置保持片(16)により取り付けら

- れ、この位置保持片が特に星形に形成されかつ金属から成ることを特徴とする請求項1ないし6の一つに記載の装置。
- 8) 圧電管(1)が潤滑剤(4)の流出側に先細りの流出口(10)を備えることを特徴とする請求項1ないし7の一つに記載の装置。
- 9) 圧電管(1)が埋め込み材(8)の中に保持されていることを特徴とする請求項1ないし8の一つに記載の装置。
- 10) 圧電管(1)が潤滑剤(4)の流入側に潤滑剤供給管(12)を備え、この供給管が特に金属から成ることを特徴とする請求項1ないし9の一つに記載の装置。
- 11) 潤滑剤供給管(12)が側方へ案内管(14)を貫通して導かれていることを特徴とする請求項10記載の装置。
- 12) 側方への貫通案内のためにカラーパッキン(20)が用いられ、このカラーパッキンが特に電気絶縁材料から成ることを特徴とする
- 17) 圧電管(1)が圧電セラミックから成り、特に約1mmの内径を有することを特徴とする請求項1ないし16の一つに記載の装置。
- 18) 圧電管(1)が潤滑剤供給管(12)に結合され、この供給管が逆止め弁(46)を介して潤滑剤容器(48)に結合されていることを特徴とする請求項1ないし17の一つに記載の装置。
- 19) 圧電管(1)が埋め込み材(8)の中に収容され、潤滑剤供給管(12)が埋め込み材(8)の中にまで達していることを特徴とする請求項18記載の装置。
- 20) 圧電管(1)が制御回路の操作部であることを特徴とする請求項1ないし19の一つに記載の装置。
- 21) 制御回路として温度制御回路が用いられることを特徴とする請求項20記載の装置。
- 22) 圧電管(1)が調節器(52)から給電され、調節器の入力端が潤滑しようとする軸受
- 請求項11記載の装置。
- 13) 搬送ガス(6)のための案内管(14)が入口側にガス流の断面を拡大する入口片(22)を有し、出口側にガス流の断面を縮小する出口片(24)を有することを特徴とする請求項6ないし12の一つに記載の装置。
- 14) 圧電管(1)の先細りの流出口(10)が案内管(14)の縮小する出口片(24)の中に置かれていることを特徴とする請求項8又は13記載の装置。
- 15) 入口片(22)が搬送ガス(6)のための過圧発生器(40)に接続され、出口片(24)が潤滑しようとする軸受(34)のすぐそばに位置決めされていることを特徴とする請求項13又は14記載の装置。
- 16) 潤滑剤(4)として所定の粘度の油が用いられ、搬送ガス(6)として空気が用いられることを特徴とする請求項1ないし15の一つに記載の装置。
- (34)を監視する温度センサ(54)に結合されていることを特徴とする請求項20又は21記載の装置。
- 23) 調節器(52)には回転速度センサ(56)から目標値が入力されることを特徴とする請求項22記載の装置。
- 24) 圧電管(1)に供給される周波数(f)又は電圧(U)が制御回路から供給されることを特徴とする請求項20ないし23の一つに記載の装置。
- 25) 圧電管(1)の一方の側面は潤滑剤供給管(12)を介して、また他方の側面は案内管(14)と位置保持片(18)とを介してそれぞれ端子(30、32)に結合されていることを特徴とする請求項1ないし24の一つに記載の装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、気体の圧力勾配中に置かれた軸受特に高速回転軸受のための潤滑装置に関する。こ

の発明は例えば、玉軸受又は針状ころ軸受又は例えば工作機械の主軸の転がり軸受に適用可能である。

#### 〔従来の技術〕

軸受の場合には潤滑のための最適条件を維持することが重要である。高速回転転がり軸受の場合には例えば効率は適正に配量された潤滑剤量に著しく関係する。潤滑剤が過剰の場合には果たすべき摩耗仕事が大きくなり、軸受により消費されるエネルギーが著しく増加する。勿論消費エネルギーは軸受が採用されている設備の効率を損なう。これに反して潤滑が過小の場合には潤滑剤被膜が途切れる。その結果軸受が高温で作動し、極端な場合には焼き付くおそれがある。転がり軸受の研究によれば、軸受に単位時間当たり供給される油量が僅かに変化すれば、既に最適の作動域から逸脱するおそれがあることが明らかになっている（「クーゲルラゲル・ツァイトシュリフト (Kugellager-Zeitschrift)」、第208巻（1981年）、第4～10ページ、特に第1図

に連続的に所定の配量レートを供給するように努められている。この目的を達成するために前記の長い管が不可欠である。管の最小長さとしてそれに基づく長い流れ時間とにより初めて圧縮空気と重力との作用のもとに、配量された油を管壁で一様な被膜と成るように分配することが可能であり、その後には流出口で被膜から引きちぎれる粒子が空気流により近くの軸受の中へ搬送される。長い流れ時間のためにかかる従来の潤滑装置の場合には、配量の変化に基づく軸受潤滑の変化が数分ないし数時間の後に初めて起こる。

このことから潤滑の際の最適作動点を調節するのが非常に困難であることが明らかである。しかも最適作動点への調節は或る種の危険を伴う。更に配量が十分速やかに変動する潤滑条件に従従できないことは明らかである。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

この発明は、軸受の最適作動域の近傍で作動できるようにするために、潤滑の際に十分に細かい配量が可能な前記の種類の潤滑装置を構成するこ

参照）。これまで安全上の理由からしばしば、作動が最適域外で行われるように軸受の寸法及び潤滑剤供給が選択された。しかし最適域をできる限り良好にかつ連続的に維持することが求められている。

従来は噴霧給油潤滑が行われていた（「クーゲルラゲル・ツァイトシュリフト (Kugellager-Zeitschrift)」、第208巻（1981年）、第4～10ページ、特に第4図参照）。この潤滑では軸受に通じる比較的長い管を通して或る時間間隔を置いて少量の油が機械的に配量供給される。この油は圧縮空気と重力とにより管の壁に沿って徐々に一様な薄い被膜となるように分配される。軸受のそばの管端部に到達した場合に被膜は引きちぎれる。軸受を通して導かれる圧縮空気により発生する小さい潤滑剤粒子が軸受の中へ送り込まれる。換言すればこの粒子は圧縮空気のために軸受に生じる圧力勾配に基づき軸受の中へ送り込まれる。この従来の潤滑形式の場合には、潤滑油が不連続的に供給されるにもかかわらず軸受

とを課題とする。更に軸受の潤滑剤必要量への速やかなすなわち秒単位での適合を行うことができるようにしようとするものである。

#### 〔課題を解決するための手段〕

この課題はこの発明に基づき、ポンプとして作動可能な圧電管を備え、この圧電管に潤滑剤が供給され、この圧電管により潤滑剤が搬送ガスの中に噴射され、その搬送ガスが圧力勾配に基づき軸受を貫流して導かれ、また軸受の作動状態に対する少なくとも一つのセンサと、このセンサに接続された圧電管用給油装置とを備える潤滑装置により解決される。

この発明の特により有利な実施形態により、ポンプとして作動可能な圧電管が潤滑剤滴を同一方向にそばを流れる搬送ガス流の中へ噴射するときには、潤滑剤の配量を軸受のそれぞれの瞬時の潤滑剤必要量に非常に速やかに適合することができる。この場合には配量された潤滑剤量が瞬時に同方向に流れる搬送ガスの中に噴射され、この搬送ガスにより直接軸受の中へ搬送される。従って前

記の圧縮空気駆動潤滑装置の場合に行われた潤滑剤管の壁に沿っての分配と軸受の中への時間的に遅延された送り込みとが生じない。それにより正確に決定され放出された潤滑剤量が極めて大きな壁損失を伴うことなく直接に軸受に達するための重要な前提条件が整えられる。

この発明の別の有利な実施態様により、潤滑剤滴の大きさ又は単位時間当たりの潤滑剤滴の数が、単位時間当たりの電圧パルス数及びパルス振幅により制御されるときには、潤滑剤の配量を明らかに改善することができる。それにより潤滑剤の配量を広い限界内で速やかにそれぞれの要求に適合するための二つの制御量を利用者が手に入れることができる。

この発明の別の実施態様に基づき、圧電管が高周波パルスを供給されるときに特に有利であることが判明している。圧電管がこの目的のために高周波電圧源に接続されると、高周波電圧源を間欠的に運転することができる。このことは異なる長さの休止時間又は異なる長さの投入時間により実

ある。

この構造の場合に、圧電管の一方の側面は潤滑剤供給管を介して、また他方の側面は案内管と金属製の位置保持片とを介してそれぞれ端子に結合されるという可能性が生じる。この端子には所定の大きさの電圧と周波数とを印加することができ、これらにより噴出レートと小滴速度とをそれぞれの要求に適合することができる。

特に有利な一実施態様によれば圧電管は制御回路の操作部として構成される。制御回路は特に軸受温度の監視のために用いられる電気的温度制御回路とすることができる。基本レートは制御回路の調節器で、軸受に配置された回転速度センサの出力信号により決定される目標値を入力することにより調節することができる。

#### 〔発明の効果〕

マイクロポンプとして作動される圧電管の使用により、配量を非常に速やかに変動する潤滑条件に適合することが可能である。それにより最適作動点での作動させるも可能である。温度センサを

施できる。

この発明の別の実施態様により、搬送媒体の乱流が最小限に抑えられ、噴出される小滴が壁に接触することなく直接軸受の中へ導かれるように、圧電管の形状と圧電管の案内管の中への組み込み方法とが構成されているときに、所定の潤滑剤量の正確な配量を改善することができる。案内管の中へ潤滑剤供給管と圧電管とを流れに有利に組み込むことにより、乱流が可能にながざり防止され、従って噴出された潤滑剤滴のかなりの量が壁との接触により遅延して軸受の中へ到達することも防止される。

別の有利な実施態様は、圧電管が潤滑剤の流入側に潤滑剤供給管を備え、この供給管が特に金属から成ることにより優れている。その際潤滑剤供給管は圧電管を収容する案内管を貫通して側方へ導かれるのが有利である。この案内管も金属から成るのが有利である。側方への貫通案内のためにはカラーパッキンを用いることができ、このカラーパッキンは電気絶縁材料から成るのが有利で

えた制御回路が用いられると、最適作動点を確実に維持することができる。潤滑が過小の場合にはこのことは温度上昇に現われ、この温度上昇は温度センサにより検出され、この温度センサが制御電子回路又は調節器を介してマイクロポンプ（圧電管）を相応に調節する。こうして配量を非常に速やかに調節可能である。マイクロポンプから噴出される潤滑剤の小滴は、最適作動点からの最小のずれをも防止することができるほど、小粒でかつ時間的に連続して調節することができる。換言すれば制御回路は自動的にすなわち操作員の介入無しに最適作動点が達成されかつ維持されるように作用する。

#### 〔実施例〕

次にこの発明に基づく潤滑装置の一実施例を示す図面により、この発明を詳細に説明する。

第1図に示すように、高速回転軸受のための潤滑装置は中核部品として圧電管1を備え、この圧電管は特に圧電セラミックから製作することができる。この圧電管1はポンプ特にマイクロポンプ

として用いられる。このポンプは外部から電圧 $U$ 及び繰り返し周波数 $f$ を有する電気パルスにより制御可能である。配量過程において制御可能な $100\mu\text{m}$ 未満の直径を有する最小の潤滑剤4の小滴2を、潤滑しようとする軸受を貫流する搬送ガス流6の中に噴射するように、このマイクロポンプが作用する。圧電管1は例えば $13\text{mm}$ の長さ $\times 2.1\text{mm}$ の外径と $1\text{mm}$ 以下の内径とを有することができる。周知のようにかかる圧電管1は電気パルスを供給されたときに収縮する。それにより圧電管の内容積が減少し、その内部空間から小滴2を噴出する。小滴2の大きさが約 $80\mu\text{m}$ の場合に、かかる圧電管1により毎秒数 $\mu\text{m}$ の噴出速度が達成可能である。潤滑剤4の逆流は、第3図に示すように絞り弁又は逆止め弁46により著しく低減又は防止することができる。かかる絞り弁の寸法は、潤滑剤の小滴2の噴出が妨げられず、しかし潤滑剤4の逆流が例えば毛管作用により収縮完了の後に可能となるように選定することができる。

12は逆止め弁を介して潤滑剤容器に結合されている。逆止め弁と潤滑剤容器とは第3図に示されている。

第1図及び第2図に示すように、圧電管1は搬送ガス6のための案内管14の中に収容されている。この案内管14は同様に金属から成るのが有利である。特に圧電管1は埋め込み材8と共に軸方向に案内管14の中に保持されている。このために第2図に示すように中心リングを備えて星形に形成された位置保持片16が用いられる。この位置保持片16も金属から成るのが有利である。位置保持片16のリング状の中央部は圧電管1の外面に密に接触し、従って圧電管の外側電極に接触する。内側電極は接続線18を備え、この接続線は潤滑剤供給管12への電気的結合を形成する。この潤滑剤供給管12は側方へ案内管14を貫通して穿かれ、その露内部空間の中で $90^\circ$ 曲げられている。側方への貫通案内のためにカラーパッキン20が用いられ、このカラーパッキンは電気絶縁材料例えばプラスチックから成るのが有

利である。従って差し当たりそれ自体は周知の圧電管1が、例えば前記の噴霧給油の場合に従来用いられたように、潤滑剤4の微小配量のため及び噴出された小滴2を潤滑しようとする軸受を貫流する搬送ガス流6の中へ放出するために用いられる。従って公知の噴霧給油をこの発明に基づく潤滑装置により原理的に高性能化することができる。

第1図に示すように圧電管1は被覆材又は埋め込み材8の中に埋め込まれるか又は保持されている。その際埋め込み材8例えばプラスチックは圧電管1の内壁をも覆う。従って圧電管1の内径 $d$ は $1\text{mm}$ 未満となる。埋め込み材8は圧電管1の両端部に張り出している。潤滑剤4の流出側には埋め込み材8が先細りの流出口10を備えている。このことは小滴2のための噴出速度の増加をもたらす。

圧電管1は潤滑剤4の流入側に潤滑剤供給管12を備え、この供給管は特に金属から成る。この構成は特に、潤滑剤供給管12が埋め込み材8の中にまで達するように行われる。潤滑剤供給管

利である。

搬送ガス6のための案内管14は入口側に搬送ガス流8の断面を拡大する入口片22を有する。それに応じて案内管は出口側に搬送ガス流8の断面を縮小する出口片24を有する。これらの両片22、24はそれぞれ端部側を案内管14上にはめ込むことができ、これにより容易な組み立てが可能となる。はめ込み保持部は符号26又は28が付けられている。はめ込み保持部28は同時に位置保持片16の三つのアームの端部の保持のために用いられる。搬送ガス流8の中の乱流を防止するために先細りの流出口10は案内管14の縮小する出口片24の中に負圧の無い又はほとんど無い流路に置かれている。従って搬送ガス6の中では乱流の形成が極力避けられる。従ってこの搬送ガス6の中へ潤滑剤4が小滴2の形で滴を巻くことなく吹き込まれる。もし滴を巻けば壁接触により妨げられて僅かの潤滑剤小滴しか選時に軸受部に到達できないおそれがある。

潤滑剤4として所定の粘度の油を用いるのが有

利である。搬送ガス6としては過圧発生器から供給される圧縮空気を用いるのが有利である。

第1図から更に分かるように二つの端子30、32が設けられ、これらの端子には周波数 $f$ を有する電圧 $U$ が印加される。ここで特に接地電位に置かれた端子30は、案内管14と位置保持片18の三つのアームとその中心リングとを介して圧電管1の外側電極に結合されている。これに反して端子32は潤滑剤供給管12と接続線18とを介してこの圧電管1の内側電極に結合されている。カラーパッキン20はここでは施錠のために用いられる。勿論外側電極又は内側電極のための端子30、32の異なる接続法を選択することもできる。

第3図には、圧電管1を制御回路ここでは特に温度制御回路の中の操作部として用いることができる方式が示されている。この温度制御回路はここでは高速回転軸38の支持のために用いられる転がり軸受34に関連して用いられる。軸38の回転は湾曲した矢印38により示されている。供

の毛管作用により行われる。

端子30、32は電気パルス発生器50の出力端に結合されている。電気パルス発生器50は制御回路の構成部分であり、圧電管1に加えられる周波数 $f$ 又は電圧 $U$ を制御回路から供給されるように作用する。このためにパルス発生器は制御ロジック52の出力端に接続されている。この制御ロジック52は主な機能として調節部の機能を満足する。制御ロジック52は入力側を潤滑しようとする軸受34を監視する温度センサ54に結合されている。更に制御ロジック52は別の入力側を軸38の回転速度を検出する回転速度センサ56に結合されている。回転速度センサ56の出力信号は制御ロジック52の中で、回転速度に関係する潤滑のためのバイアス値又は目標値の算出のために用いられる。回転速度が一定の場合には、潤滑は制御ロジック52により温度センサ54から検出された温度に応じて調節され、その際最適化される。温度が上昇するとこのことは不十分な潤滑に対する徴候であり、制御ロジック

給される搬送ガス6により発生される気体の圧力勾配が転がり軸受34を経て生じている。この勾配の維持のために過圧発生器40特に空気管42に接続された圧縮空気ポンプが用いられ、この空気管は更に入口片22に結合されている。過圧発生器40を支援するためにすなわち気体の圧力勾配を増大するために、転がり軸受34の反対側に負圧発生器を設けることができ、このことは空気吸引矢印44により暗示されている。一方では回復時間を小さく保つために、また他方では出口片24の壁及び軸受34以外の範囲への小滴2の偏流を防止するために、出口片24は潤滑しようとする軸受の直前に位置決めされ、すなわち軸受から僅かな間隔に置かれている。従ってこうして潤滑剤4が所望のように軸受34の中に吹き込まれる。

第3図に示すように潤滑剤供給管12は逆止め弁46を介して潤滑剤容器48に接続されている。潤滑剤容器が圧力のもとに置かれていることは必ずしも必要ではない。潤滑剤4の搬送は周知

52が配量される潤滑剤量を相応に適合する。その際制御ロジック52は、潤滑剤量の増加又は減少が指示されているかどうかを判定することができる。このことは例えば制御ロジック52が温度上昇の際に潤滑剤供給の増加により温度を下げるように試みることにより行うことができる。これがうまくいかないならば、潤滑剤量は制御ロジック52により少しの時間を経て再び減少され、しかも最低温度を過り過ぎるまで減少される。この最低温度は調節しようとする最適動作温度である。

第3図に示された温度制御回路のこの機能から、圧電管1により最小量の潤滑剤4が放出されることにより潤滑剤必要量への感応の適合が可能となることが明らかである。潤滑剤所の近くで配量することと搬送ガス6により軸受34の中へ潤滑剤4を直接搬送することとにより、潤滑剤量の適合又は修正の場合の直接の効果がもたらされる。この効果は著しく速やかに現われ始める。その際制御回路の回復時間は秒単位である。

制御回路は操作員の介入を必要とすること無く自動的に最適状態となる。パルス発生器は個々のパルスを生じさせることができるか、又は高周波交流電圧源をパルス状に投入遮断することができる。こうして個々の潤滑剤滴又は一連の潤滑剤滴をパルス状に放出することができる。更に滴の大きさを電気信号の振幅又は周波数の変更によりそれぞれの要求に適合させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に基づく軸受潤滑装置の一実施例の要部断面図、第2図は第1図に示す装置の切断線II-IIによる断面図、第3図は第1図に示す装置の温度制御回路を含む全体図である。

- 1 ... 圧電管
- 4 ... 潤滑剤
- 6 ... 搬送ガス
- 8 ... 埋め込み材
- 10 ... 流出口
- 12 ... 潤滑剤供給管
- 14 ... 案内管

- 16 ... 位置保持片
- 20 ... カラーパッキン
- 22 ... 入口片
- 24 ... 出口片
- 30, 32 ... 端子
- 34 ... 軸受
- 40 ... 過圧発生器
- 46 ... 逆止め弁
- 48 ... 潤滑剤容器
- 50 ... 電気パルス発生器
- 52 ... 制御ロジック
- 54 ... 温度センサ
- 56 ... 回転速度センサ

(9118) 代理人 井上士 富村 潤

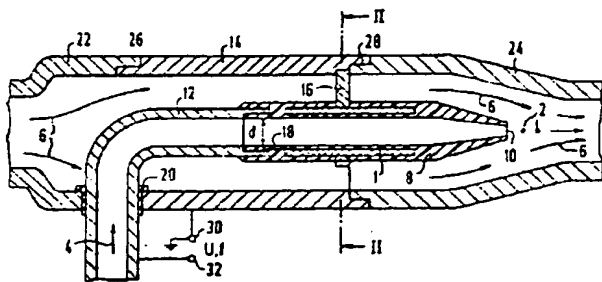


FIG 1

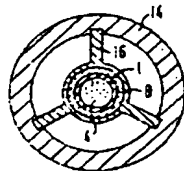


FIG 2

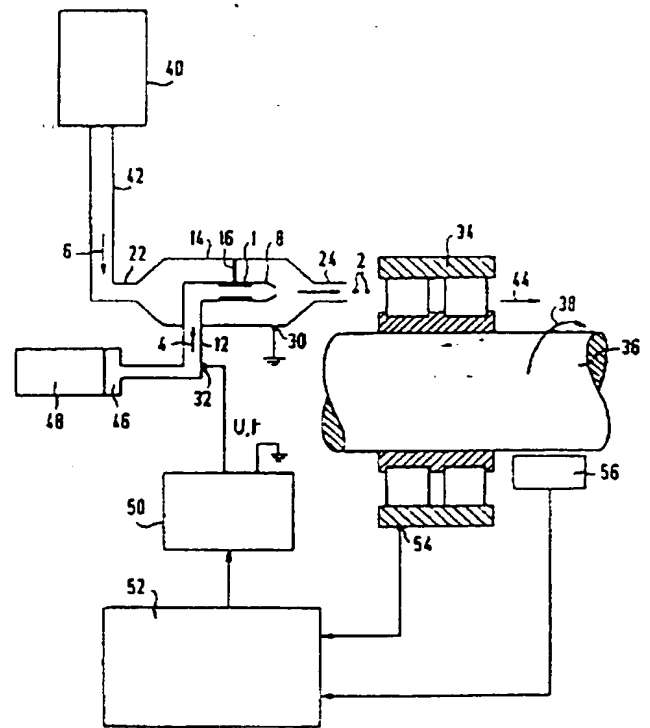


FIG 3